

(51) Int.Cl.⁶ 識別記号

H 0 5 H 1/46
H 0 1 J 37/32
H 0 1 L 21/3065
21/68

F I

H 0 5 H 1/46 M
H 0 1 J 37/32
H 0 1 L 21/68 R
21/302 B

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平9-505172
(86) (22) 出願日 平成8年(1996) 6月20日
(85) 翻訳文提出日 平成10年(1998) 1月5日
(86) 国際出願番号 P C T / U S 9 6 / 1 0 8 0 5
(87) 国際公開番号 W O 9 7 / 0 2 5 8 9
(87) 国際公開日 平成9年(1997) 1月23日
(31) 優先権主張番号 0 8 / 4 9 1 , 3 4 9
(32) 優先日 1995年6月30日
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 ラム リサーチ コーポレーション
アメリカ合衆国 カリフォルニア州
94538-6470 フレモント, クッシング
パークウェイ 4650
(72) 発明者 ディブル, ロバート, ディー.
アメリカ合衆国 カリフォルニア州
94538 フレモント, エンタープライズ
プレイス 4408 エー
(72) 発明者 レンツ, エリック, エイチ.
アメリカ合衆国 カリフォルニア州
95138 サンホセ, フォリーニョ ウェイ
5930
(74) 代理人 弁理士 大塚 康徳 (外1名)
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力分割された電極

(57) 【要約】

上側電極の一部として、そして／または、半導体ウエーファのような基板を、シングル・ウエーファ・エッチング装置のようなプラズマ反応室内で支持する基板支持部として有用な、電力分割された電極。この電力分割電極は、前記基板に均一な処理をもたらすように、高周波電力を供給された複数の電極を有する。前記電極へ供給される前記電力は、電極間ギャップ容量、1つ以上の可変コンデンサ、1つ以上の電流センサ、電力分割器、1つ以上のDCバイアス源、そして／または、電力増幅器を有する回路を介して供給される。クランプする

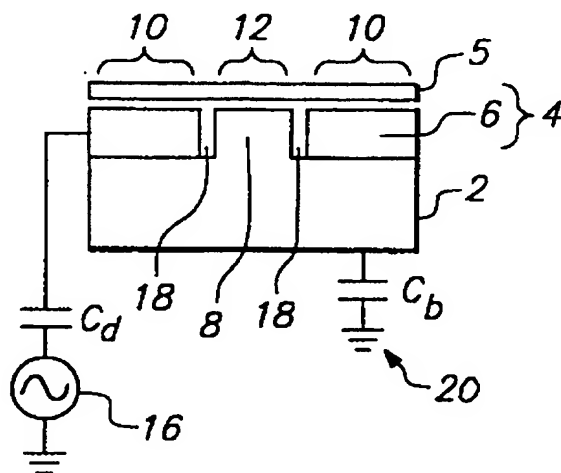


FIG. 1(a)

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

1. It is Electrode Which Plasma Reaction Chamber Can be Suited and Can Bring Uniform Processing to Substrate in this Plasma Reaction Chamber and by Which Power Division was Carried Out. The 1st electrode and 2nd electrode which covered the 1st zone portion, and the 2nd zone portion, respectively, and were distributed over them So that processing with the plasma uniform to this substrate combined with the substrate supported by said plasma interior of a room may be brought about The power division electrode possessing the capacitor network for controlling distribution of the high-frequency power in said the 1st and 2nd zone portion.
2. Power division electrode according to claim 1 characterized by inclusion in substrate supporter which is static electricity chuck which supported semi-conductor wafer of one sheet and was located in the plasma-etching interior of a room being possible.
3. It is the power division electrode according to claim 1 characterized by for said 1st electrode estranging only the gap filled with the dielectric ingredient from said 2nd electrode, filling this gap with a dielectric ingredient, and forming the inter-electrode capacitor of said capacitor network.
4. Power division electrode according to claim 1 characterized by providing further the 1st capacitor and the 2nd capacitor which form RF power source, and part and electric ground of said RF network, and for high-frequency power from said RF power source passing said 1st capacitor, said 1st electrode, said 2nd capacitor, and said 2nd electrode in order, and flowing to said ground.
5. It is the power division electrode according to claim 1 which said the 1st electrode and 2nd electrode form a part of coaxial electrode structure which estranges and constitutes two or more annular electrodes which are another objects, and this annular electrode is connected to the source of high-frequency power through the variable capacitor which forms said capacitor network, and is characterized by sending the high-frequency power from said source of high-frequency power to each one of said the electrodes through each of said variable capacitor.
6. Power division electrode according to claim 5 with which adjustment signal of the output is characterized by providing further current detection mechanism for adjusting each one capacity of said variable capacitor so that fluctuation from uniformity of processing of said substrate in annular zone portion of said substrate which faces each one of said the annular electrodes may be compensated automatically.
7. It is the power division electrode according to claim 1 characterized by for said capacitor network having the 1st capacitor and the 2nd capacitor, and connecting this 1st capacitor to said 1st electrode, connecting said 2nd capacitor to said 2nd electrode, respectively, and connecting said the 1st capacitor and 2nd capacitor to juxtaposition at the RF power source.
8. It is the power division electrode according to claim 1 which it furthermore has the 3rd electrode and said 1st electrode surrounds said 2nd electrode, said 2nd electrode surrounds said 3rd electrode, and each of these electrodes is electrically connected to a RF power source, and is characterized by transmitting the high-frequency power from said RF power source to each one of a power splitter and said the electrodes in order.
9. It is the power division electrode according to claim 1 which is incorporated in the static electricity chuck and characterized by connecting electrically to a direct-current bias current source which becomes possible [said the 1st electrode and 2nd electrode / that said chuck carries out the chuck of the substrate on this in static electricity].

10. The power division electrode according to claim 1 characterized by providing further the power source of the high-frequency power supplied by the inphase or the non-inphase to said the 1st and 2nd electrode.
11. Sine Wave Generator Which Generates Sine Wave Formed in Order Numerically, Bias unit which generates DC offset value The addition unit with which said sine wave formed in order numerically and said DC offset value are doubled, The digital to analog converter which changes the signal output from said addition unit into an analog addition signal, The low pass filter which carries out the filter of the predetermined low-frequency component of said analog addition signal, Power division electrode according to claim 1 characterized by providing the power amplifier which amplifies the analog addition signal by which the filter was carried out with said low pass filter, and drives said the 1st and 2nd electrode by this magnification signal.
12. Said 1st Electrode -- Said 2nd Electrical and Electric Equipment -- Surrounding -- Power -- Said 1st Electrode -- And the interelectrode capacity formed with the dielectric ingredient set in said 1st and 2nd inter-electrode gap -- and Said 2nd electrode and the capacitor of the series connection which forms the part and electric ground of said capacitor network are supplied in order. Said dielectric ingredient The power division electrode according to claim 1 characterized by giving interelectrode capacity smaller than the capacity of the capacitor of said series connection.
13. The power division electrode according to claim 1 characterized by providing further the voltage division circuit connected to said the 1st electrode or said 2nd electrode.
14. It is the power division electrode according to claim 1 which drives said 1st electrode by the 1st active power driver, drives said 2nd electrode by the 2nd active power driver, and is characterized by said 1st and 2nd active power driver operating independently mutually.
15. It is Plasma Treatment System. It is Substrate Supporter Which Clamps Substrate in Plasma Reaction Chamber of this Plasma Treatment System. Substrate supporter which adjoins said substrate and which has two or more electrodes related with the zone portion of this substrate supporter So that it may be hung down, even if uniform processing covers said whole substrate front face The plasma treatment system possessing the power controller which controls the power supplied to said zone portion of an account substrate supporter through said two or more electrodes.
16. Said power controller is a plasma treatment system according to claim 15 characterized by having the capacitor network connected to said two or more electrodes in order to make said zone portion of said substrate chuck distribute power.
17. Estrange the electrode with which said two or more electrodes adjoin each other through a gap . Each of the gap is bury with a dielectric ingredient so that the inter-electrode capacitor of said capacitor network may be form . Said two or more electrodes are plasma treatment systems according to claim 16 characterize by be prepare in a pattern which compensates the flow rate of the raw gas in said reaction chamber , and brings about uniform processing of said substrate .
18. It is Approach of Processing Substrate within Plasma Treatment System. Process Which Clamps Substrate to Substrate Supporter in (a) Plasma Reaction Chamber, (b) with the power division electrode which has two or more electrodes related with the zone portion of said substrate Process which generates the plasma in said plasma reaction chamber (c) Substrate art possessing the process which controls distribution of the power supplied to said electrode so that the front face of the substrate of the processing symmetry is covered and uniform processing is brought about.
19. The substrate art according to claim 18 characterized by distributing said power to said zone portion of said substrate by the capacitor network connected to said two or more electrodes at said process (c).
20. Estrange the electrode with which said two or more electrodes adjoin each other through a gap. Each of the gap is buried with a dielectric ingredient so that the inter-electrode capacitor of said capacitor network may be formed. Said two or more electrodes are substrate arts according to claim 18 characterized by be prepared in a pattern which compensates the flow rate of the raw gas in said reaction chamber, and brings about uniform processing of said substrate.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

Name of invention Electrode by which power division was carried out **Technical field** This invention relates to the electrode which generates consistency control of the plasma and/or the partial plasma in a plasma reaction chamber. The inclusion also to substrate supporters, such as chucking equipment for also being able to include in an upside electrode and holding substrates, such as a semi-conductor wafer and a flat-panel display, in the process of the processing in/or a plasma gas ambient atmosphere, is possible for this electrode.

Background of invention Typically, the equipment which processes a semi-conductor wafer in a plasma gas ambient atmosphere connects the RF (RF) power from plasma gas to a wafer, and performs surface preparation (for example, etching, vacuum evaporatio, in addition to this) of a wafer (couple). For example, a U.S. Pat. No. 4,617,079 number indicates parallel plate structure, a wafer is supported by the bottom electrode, RF power from a low frequency generator passes through a low frequency network here, on the other hand, RF power from a high frequency generator is combined with said low frequency RF power in high frequency adjustment / joint (RF matching and combining) network, and the joint signal is impressed to an upside electrode and bottom inter-electrode. Its high frequency adjustment / coupled circuit can possess the high frequency trap (parallel connection of a capacitor and an inductor) which aligned with the frequency of that source of high frequency, can prevent that the signal generated by this source of high frequency is fed back to the above-mentioned source of low frequency, and can make it pass with this structure, without the signal generated on the other hand by the above-mentioned source of low frequency declining. A magnetic field is generated in a plane region parallel to the field of this coil by U.S. Pat. No. 4,948,458's indicating parallel plate structure, and the upside electrode's carrying out the configuration of the conductive coil placed out of the plasma reaction chamber in the patent, and carrying out induction of the RF current into a coil. This coil is driven with RF generator which supplies power to the matching circuit which has a main coil and a subloop formation. The variable capacitor of a series connection adjusts circuit tuning frequency with the frequency output of this RF generator to that subloop formation, and impedance matching maximum-izes the power transmission efficiency to that plane coil. If a capacitor is added to said main circuit, a part of inductive reactance of the above-mentioned coil in this circuit will be canceled.

When processing a semi-conductor wafer in a plasma gas ambient atmosphere, it is desirable to process all the front faces of a wafer to homogeneity. For example, wafer temperature is made into homogeneity by the helium back cooling method in the wafer by which U.S. Pat. No. 4,615,755 was supported by the arc (bowed) electrode. The cooling engine performance of a wafer is made into a sacrifice by bending that cooling helium is also about a wafer in order to acquire the homogeneity of vacuum evaporatio, and making it estrange from a bottom electrode. However, fluctuation of the thickness of a wafer brings the control below a criterion to bending of a wafer, and reduces the uniformity of vacuum evaporatio as a result.

Since a wafer cannot be bent and it cannot separate from an electrode surface, the rate of vacuum evaporatio is uncontrollable by the plasma vacuum evaporatio processing using the clamp system (ESC) of the wafer using static electricity. Therefore, other techniques are required in order control the uniformity of the surface treatment in plasma treatment, and to be applicable to ESC and a wafer clamp system.

Outline of invention This invention offers the electrode which performs uniform processing of a substrate in a plasma reaction chamber and by which power division was carried out. This power division electrode has the 1st, the 2nd electrode, and a capacitor network. This power division electrode can be connected to a plasma reaction chamber, the 1st electrode crosses the 1st zone portion of a plasma reaction chamber, distribution arrangement is carried out and distribution arrangement is carried out [said 2nd electrode crosses the 2nd zone portion of a plasma reaction chamber, and].

This capacitor network controls distribution of the high-frequency power in said the 1st and 2nd zone portion, and the plasma combined with the substrate supported in this plasma reaction chamber covers that substrate, and comes to bring about uniform processing. With a suitable operation gestalt, the substrate has a semi-conductor wafer and this power division electrode can be incorporated in the electrostatic chuck placed into the plasma reaction chamber.

This power division electrode can transform many things. For example, it can be possible to make it estrange with the gap into which the 1st electrode was filled up with the dielectric ingredient from the 2nd electrode, and, thereby, the inter-electrode capacitor of said capacitor network can be made to form. With a suitable operation gestalt, the 1st electrode surrounds the 2nd electrode, is estranged with the gap with which it filled up with the dielectric ingredient from the 2nd electrode, and, thereby, forms the inter-electrode capacitor of said capacitor network. In this case, the 1st and the 2nd capacitor can form said a part of capacitor network, and it passes along the high-frequency power from a power source even from said 1st capacitor to said 1st electrode, the 2nd capacitor, the 2nd electrode, and an electric ground.

According to other operation gestalten, the 1st and the 2nd electrode form a part of coaxial electrode structure which estranges and constitutes two or more annular electrodes which are another objects, this annular electrode is connected to the source of high-frequency power through the variable capacitor which forms said capacitor network, and the high-frequency power from said source of high-frequency power is sent to each one of said the electrodes through each of said variable capacitor. In this case, the adjustment signal which is the output of current detection MEKANIZU adjusts each one capacity of said variable capacitor so that the fluctuation from the uniformity of processing of said substrate in the annular zone portion of said substrate which faces each one of said the annular electrodes may be compensated automatically. Said capacitor network has the 1st capacitor and the 2nd capacitor, this 1st capacitor is connected to said 1st electrode, said 2nd capacitor is connected to said 2nd electrode, respectively, and said the 1st capacitor and 2nd capacitor are connected to juxtaposition at the RF power source. This power division electrode has the 3rd electrode further, said 1st electrode surrounds said 2nd electrode, said 2nd electrode surrounds said 3rd electrode, each of these electrodes is electrically connected to a RF power source, and the high-frequency power from said RF power source is transmitted to each one of a power splitter and said the electrodes in order. Or you may make it said 1st electrode surround a part of 2nd electrode. This the 1st and 2nd electrode are incorporated in the static electricity chuck, and are electrically connected to a direct-current bias current source which becomes able [said chuck] to carry out the chuck of the substrate on this in static electricity. You may make it supply this high-frequency power by the inphase or the non-inphase to said the 1st and 2nd electrode. Moreover, the passive network for supplying power and a DC bias may be used for the 1st and the 2nd electrode. According to other modes of this invention, this power division electrode The sine-wave generator which generates the sine wave formed in order numerically, and the bias unit which generates DC offset value, The addition unit with which said sine wave formed in order numerically and said DC offset value are doubled, The digital to analog converter which changes the signal output from said addition unit into an analog addition signal, The analog addition signal by which the filter was carried out with the low pass filter which carries out the filter of the predetermined low-frequency component of said analog addition signal, and said low pass filter is amplified, and the power amplifier which drives said the 1st and 2nd electrode is provided by this magnification signal. in this case, the 1st electrode surrounds the 2nd electrode thoroughly -- having -- power -- said 1st electrode -- and the interelectrode capacity formed with the dielectric ingredient set in said 1st and 2nd inter-electrode gap -- and Said 2nd electrode and the capacitor of the series connection which forms the part and electric ground of said capacitor network are supplied in order, and said dielectric ingredient

gives interelectrode capacity smaller than the capacity of the capacitor of said series connection to them. This power division electrode can possess further the voltage division circuit connected to said the 1st electrode or said 2nd electrode. Said 1st electrode is driven by the 1st active power driver, said 2nd electrode is driven by the 2nd active power driver, and you may make it said 1st and 2nd active power driver operate independently mutually.

This invention offers the plasma treatment system possessing the power controller which controls the substrate supporter which is a substrate supporter which clamps a substrate in a plasma reaction chamber, and adjoins said substrate, and which has two or more electrodes related with the zone portion of this substrate supporter, and the power supplied to said zone portion of an account substrate supporter through said two or more electrodes so that it may be hung down, even if uniform processing covers said whole substrate front face. In this case, said power controller has the capacitor network connected to said two or more electrodes in order to make said zone portion of said substrate chuck distribute power. The electrode with which said two or more electrodes adjoin each other is estranged through a gap, and each of the gap may be buried with a dielectric ingredient so that the inter-electrode capacitor of said capacitor network may be formed. moreover, said two or more electrodes are divided into the annular ring of the same axle -- having -- and -- or it may be prepared in a pattern which compensates the flow rate of the raw gas in said reaction chamber, and brings about uniform processing of said substrate.

Easy explanation of a drawing This invention will further fully be understood from the drawing of attachment in the following explanation lists. These explanation and a drawing are not for being provided only for explanation and limiting this invention.

The 1st (a) drawing shows the electrostatic wafer clamp system of the bipolar mold used for one operation gestalt of this invention. The 1st (b) drawing The electrical diagram of the electrostatic wafer clamp system of the 1st (a) drawing is shown. Drawing 2 One operation gestalt of this invention is started and the electrode divided into two or more coaxial annular rings is shown.

Drawing 3 One operation gestalt of this invention is started and the division actuation structure of a system used for said division electrode is shown. Drawing 4 It is concerned with one operation gestalt of this invention, and the configuration of the division electrode of an unsymmetrical configuration is shown. Drawing 5 It is concerned with one operation gestalt of this invention, and the configuration of the active mechanism for controlling the power transmitted to the zone portion of said division electrode is shown. Drawing 6 It is concerned with one operation gestalt of this invention, and the structure of a system for connecting RF energy to both the poles of an electrostatic wafer clamp system simultaneously is shown. Drawing 7 It is concerned with one operation gestalt of this invention, and the configuration of the voltage divider which RF power supplied to a chuck side is made to balance, and is adjusted, and a capacitor network is shown.

Detailed description This invention can offer the electrode with which power division of the plasma reaction chamber was carried out, and this electrode can strengthen or reduce a plasma consistency locally so that the processing conditions of a desired substrate can be acquired. In the case of a semiconductor wafer, it is desirable to realize uniform processing in a processing side from the center of a wafer to an edge. By using a capacitor network which makes RF power balance according to this invention, by attaining local control of a plasma consistency, it is the process which the plasma combined by the wafer in the zone portion close to the exposed surface of a wafer makes vapor-deposit a layer on a wafer, or accumulates, and uniform wafer processing is attained.

Inclusion in the mechanical or electrostatic chuck structure of holding a substrate like the semiconductor wafer of a processing object is possible for the power division electrode of this invention. This electrostatic chuck structure can have a bipolar mold chuck or the electrode structure of other formats.

However, this power division electrode is also incorporable into the upside electrode of the parallel-pole structure of a plasma reaction chamber.

When processing a wafer, it is desirable to make a uniform plasma consistency appear on the exposed surface of the wafer of a processing object. However, according to the processing which should be performed on a wafer side, an un-homogeneity plasma consistency can be generated over a wafer side. For example, in the center of a wafer, in the circumference, a twist is also high or a plasma consistency can perform the reverse thing. Since the power division electrode of this

invention can attain local consistency control, it can attain substantial amelioration in uniformity as compared with known electrode structure.

This invention is explained with reference to a drawing below. With one operation gestalt, this power division electrode is built into a bipolar mold chuck, as shown in the 1st (a) drawing. With another operation gestalt, this power division electrode has three or an electrode beyond it, as shown in drawing 2. Furthermore, with other operation gestalten, as shown in the 1st (a) drawing, the electrode of this power division electrode is arranged by the serial, and RF power is supplied by single RF power source. With another operation gestalt, as shown in drawing 5, the electrode of this power division electrode is arranged by juxtaposition, and RF power source is supplied by single RF power source. In the case of the latter, as shown in drawing 5, it lets each variable capacitor pass, or it lets a power splitter pass and RF power source is supplied, as shown in drawing 2. Furthermore, an electrode is connectable with a current sensor and/, or a variable capacitor, as shown in drawing 5. With the structure of the 1st (a) drawing, the substrate S of the gestalt of a semi-conductor wafer is supported on the substrate supporter 2 of the gestalt of the wafer chuck system set in the plasma reaction chamber of a plasma reactor. This chuck system has the electrode 4 used for changing the amount of association of the plasma to a wafer locally. This electrode 4 has the 1st electrode 6 surrounding the 2nd electrode 8, this 1st electrode 6 is placed into the 1st zone portion 10 of the substrate supporter 2, and the 2nd electrode 8 is located in the 2nd zone portion 12 of said substrate supporter 2. This chuck system has the RF power source 16 for supplying the power (it could be balance) which balanced said 1st zone portion and 2nd zone portion. With the operation gestalt of a graphic display, the power from the RF power source 16 is transmitted to the 2nd electrode 8 through a gap 18, and reaches [from the 1st electrode 6] a ground 20. A gap 18 is determined so that the plasma which is made to produce interelectrode capacity which has effectiveness in filling up with the dielectric ingredient preferably and the magnitude making RF power balance between the 1st electrode 6 and the 2nd electrode 8, consequently is combined with a wafer by the 1st zone portion 10 and 2nd zone portion 12 may be what brings about processing uniform from the center of a wafer to an edge.

With this operation gestalt, the ESC wafer clamp system of a bipolar mold type which holds a wafer in easy doughnut / base structure is illustrated, and the electrode is divided into two zone portions there. With this ESC structure, a wafer cannot be separated from a bottom electrode, and cannot be bent, but helium can cool the background of a wafer. The 1st (b) drawing shows the circuit diagram of this ESC wafer clamp system. The source capacity C_d is connected to an input and the power supplied to the 1st electrode 6 is graduated. C_b expresses the proper capacity between the 2nd electrode 8 and a ground. The ratio of the capacity (it expresses with C_g) of a gap 18 and the base capacity C_b determines the electrical potential difference supplied to the 1st electrode 6 and 2nd electrode 8. Since plasma treatment is the design of a pressure, a flow rate, power, temperature, the magnitude of a gap, gas, and a baffle, an ingredient, RF frequency, and the function of the processing range, it can choose the capacity in this circuit diagram in each zone portion so that it may agree to the requirements for an electrical potential difference based on the demand to the phase of known RF, and the demand to adjustment. By carrying out like this, the uniformity of plasma treatment can be attained according to the field of a request of the value of the capacity.

Drawing 2 shows other operation gestalten of this invention, and the electrode is divided into two or more coaxial annular rings. In drawing 2, an electrode 4 is divided into 1st annular ring 4a, the 2nd annular ring b, and annular ring 4 of ** 3rd c, and these rings generate RF bias power zone portion which the place which controls surface uniformity from the core of a wafer to an edge became independent of. With this operation gestalt, although the electrode 4 is divided into three zone portions, in order to obtain desired surface uniformity, it may divide a ring into two or more zone portions, and may use the coaxial annular ring of the number of arbitration. In order to control the energy supplied to each zone portion, as shown in drawing 2, a power source 16 may be connected to the power-source divider 26. Moreover, in drawing 2, the source 28 of a DC bias for clamping a wafer electrostatic is connected to the coaxial annular ring of this electrode.

Furthermore, it is made for this annular zoning electrode to become symmetrical [plasma treatment] from a core to an edge by controlling the power supplied on the surface of a wafer. RF power which should be impressed to each coaxial annular ring of this 1st electrode 6, and a DC bias are realizable

by technique like before with the passive network which moves together with RF generator and a high-tension power source.

With other operation gestalten of this invention, this divided electrode may be driven by the sine wave which was combined with DC offset value as shown in drawing 3 and which was made to arrange in order numerically. With the operation gestalt of drawing 3, the sine wave of this order array is stored in ROM50, and DC offset value is generated according to a power source 52. This ROM50 and the output of a voltage generator 52 are together put by the adder circuit 54, and are inputted into the digital-to-analog converter 56 which outputs an analog signal. Low-pass filtering of the analog signal output from this digital-to-analog converter 56 is carried out with a low pass filter 58, and this filtered signal output is amplified by power amplification 60, and is impressed to said divided electrodes 4a, 4b, and 4c.

This electrode may be divided into other patterns according to the demand to the uniformity of desired processing. Drawing 4 shows other operation gestalten for which the unsymmetrical division electrode was used. With the operation gestalt of drawing 4, although the electrode is divided into four zone portions, it may be designed to a pattern with which the asymmetric pumping nature of this plasma treatment system, such as a configuration of ** and transfer of gas, is compensated for this electrode.

Drawing 5 shows other operation gestalten using an active mechanism to controlling the power transmitted to the zone portion from which an electrode differs. Two or more power sensors 24 connected to the divided electrode and two or more variable capacitors 22 are shown by drawing 5. This current sensor 24 offers the active control to a variable capacitor 22.

If this active mechanism is used, the rate of the power sent to an electrode zone portion is controllable by the feedback loop to the variable capacitor 22 through a current sensor 24.

Drawing 6 shows other operation gestalten, and in order that two variable capacitors C1 and C2 may combine RF energy with both the poles of an ESC wafer clamp system simultaneously, it is used here. With this operation gestalt, the imbalance of what kind of phase shift in the chuck section or electrification can be prevented.

Drawing 7 shows the operation gestalt of further others, and a voltage division circuit and a capacitor network make RF electrical potential difference impressed to a chuck side balance, and adjust it here. With this operation gestalt, the capacity C_p of juxtaposition is changed to base capacity, and a voltage divider is formed. This capacity value is performed to the oxidation wafer which had the homogeneous test patternized, and the oxidation wafer which is not patternized, and is chosen based on the comparison with numeric data and a diameter scan for verification of that result. According to the power division electrode of this invention, as compared with the conventional technique as [whose homogeneity (from a core up to an edge) of wafer processing is 5%], the remarkable amelioration [like] which attains less than 1.5% by the uniformity of wafer processing can be brought about.

The above-mentioned matter explained the principle of this invention, the suitable operation gestalt, and the mode of operation. However, this invention should not be limited to such an operation gestalt, and should not be interpreted. That is, it should be thought that above-mentioned operation gestalten are that it is not restrictive and instantiation-like. Therefore, it should take into consideration that the modification which can be made if it is this contractor, without deviating from the range of this invention defined as the claim described below is also possible.

[Translation done.]

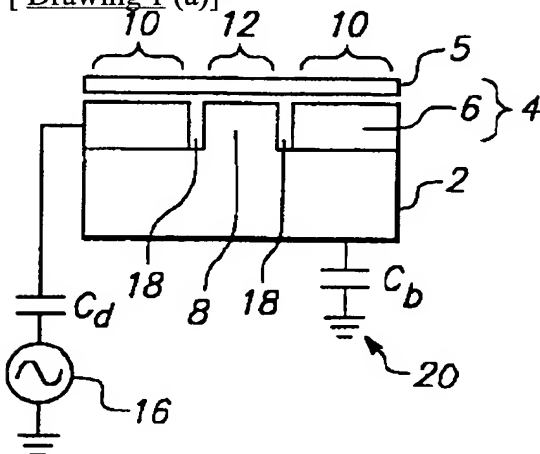
* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

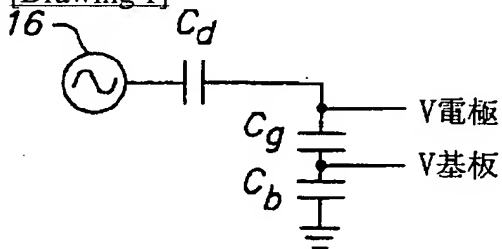
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

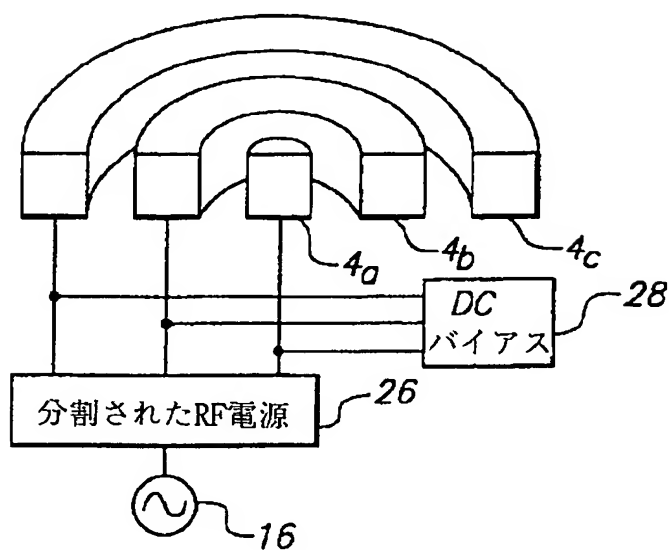
[Drawing 1 (a)]

**FIG. 1(a)**

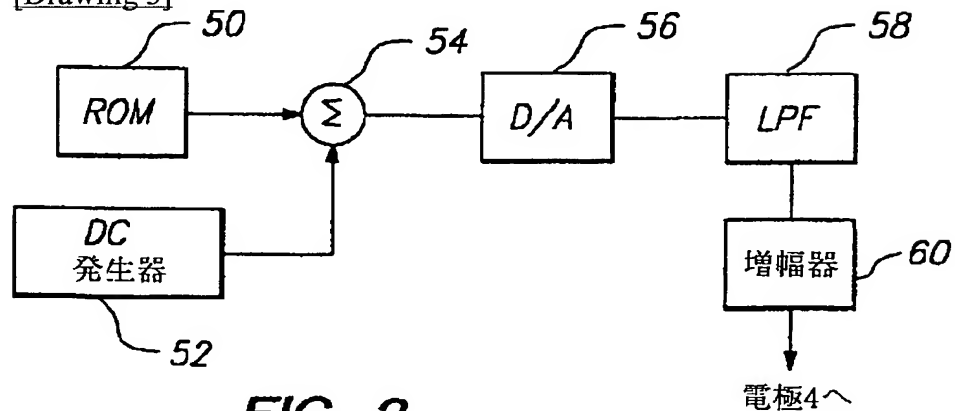
[Drawing 1]

**FIG. 1(b)**

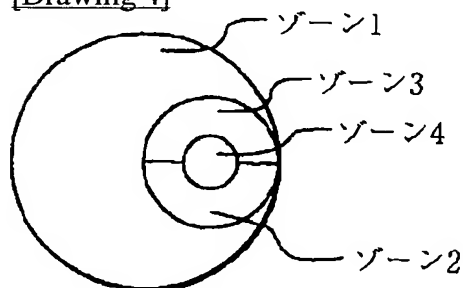
[Drawing 2]

**FIG. 2**

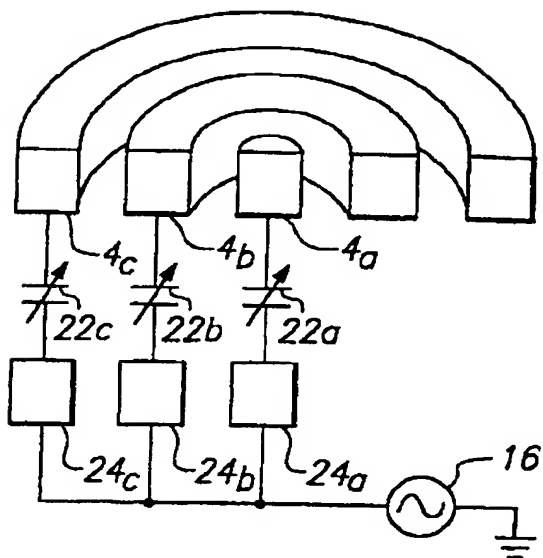
[Drawing 3]

**FIG. 3**

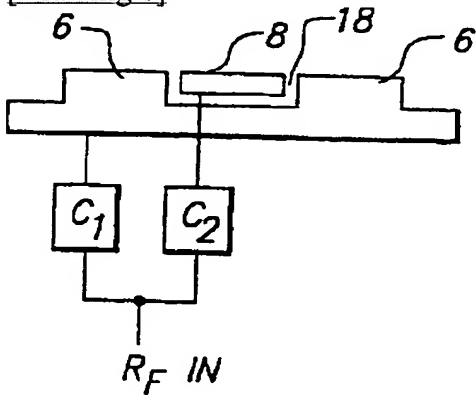
[Drawing 4]

**FIG. 4**

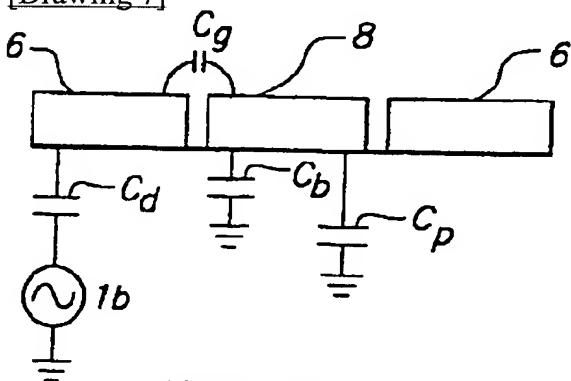
[Drawing 5]

**FIG. 5**

[Drawing 6]

**FIG. 6**

[Drawing 7]

**FIG. 7**

[Translation done.]

【特許請求の範囲】

1. プラズマ反応室に適合可能で、このプラズマ反応室内の基板に均一な処理をもたらすことが可能な電力分割された電極であって、

第1のゾーン部分と第2のゾーン部分にそれぞれ互って分布した第1の電極と第2の電極と、

前記プラズマ室内に支持された基板に結合されるプラズマが該基板に均一な処理をもたらすように、前記第1と第2のゾーン部分における高周波電力の分布を制御するためのコンデンサ・ネットワークとを具備した電力分割電極。

2. 1枚の半導体ウェーファを支持し、プラズマエッチング室内に位置された静電気チャックである基板支持部内に組み込み可能であることを特徴とする請求項1に記載の電力分割電極。

3. 前記第1の電極は、誘電性材料で満たされたギャップだけ前記第2の電極から離間し、このギャップは、誘電性材料で満たされて、前記コンデンサ・ネットワークの電極間コンデンサを形成することを特徴とする請求項1に記載の電力分割電極。

4. 高周波電力源と、前記高周波ネットワークの一部と電氣的グラウンドとを形成する第1コンデンサと第2のコンデンサとをさらに具備し、前記高周波電力源からの高周波電力が、前記第1のコンデンサ、前記第1の電極と、前記第2のコンデンサと、前記第2の電極とを順に通過し、そして前記グラウンドに流れることを特徴とする請求項1に記載の電力分割電極。

5. 前記第1の電極と第2の電極は、離間し別体である複数の環状電極を構成する同軸電極構造の一部を形成し、この環状電極は前記コンデンサ・ネットワークを形成する可変コンデンサを介して高周波電力源に接続され、前記高周波電力源からの高周波電力は、前記可変コンデンサの各々を通して前記電極の夫々の1つに送られることを特徴とする請求項1に記載の電力分割電極。

6. その出力の調整信号が、前記環状電極の夫々の1つに相対する前記基板の環状ゾーン部分内における、前記基板の処理の均一さからの変動を自動的

に補償するように、前記可変コンデンサの夫々の1つの容量を調整するための電

流検知メカニズムをさらに具備することを特徴とする請求項 5 に記載の電力分割電極。

7. 前記コンデンサ・ネットワークは第 1 コンデンサと第 2 のコンデンサを有し、この第 1 のコンデンサは前記第 1 の電極に、前記第 2 のコンデンサは前記第 2 の電極にそれぞれ接続され、前記第 1 のコンデンサと第 2 のコンデンサは高周波電力源に並列に接続されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電力分割電極。

8. さらに第 3 の電極を有し、前記第 1 の電極は前記第 2 の電極を囲み、前記第 2 の電極は前記第 3 の電極を囲み、これら電極の各々は高周波電力源に電氣的に接続され、前記高周波電力源からの高周波電力は、順に、電力分割器、前記電極の夫々の 1 つに伝達されることを特徴とする請求項 1 に記載の電力分割電極。

9. 静電気チャック内に組み込まれ、前記第 1 の電極と第 2 の電極とは、前記チャックが基板を静電氣的にこの上にチャックすることが可能となるような直流バイアス電流源に電氣的に接続されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電力分割電極。

10. 前記第 1 と第 2 の電極に対して同相もしくは非同相で供給される高周波電力の電力源をさらに具備することを特徴とする請求項 1 に記載の電力分割電極。

11. 数値的に順に形成される正弦波を生成する正弦波発生器と、
D C オフセット値を発生するバイアスユニットと、
前記数値的に順に形成された正弦波と前記 D C オフセット値とを合わせる加算ユニットと、

前記加算ユニットからの信号出力をアナログ加算信号に変換するデジタル／アナログ変換器と、

前記アナログ加算信号の所定の低周波成分をフィルタするローパスフィルタ
と、

前記ローパスフィルタによりフィルタされたアナログ加算信号を増幅してこの

増幅信号で前記第 1 と第 2 の電極を駆動する電力増幅器とを具備することを特徴とする請求項 1 に記載の電力分割電極。

12. 前記第 1 の電極は前記第 2 の電気を囲み、

電力が、前記第 1 の電極に、そして、前記第 1 と第 2 の電極間のギャップ内におかれた誘電性材料で形成された電極間容量に、そして、前記第 2 の電極に、そして前記コンデンサ・ネットワークの一部と電氣的グラウンドとを形成する直列接続のコンデンサに、順に供給され、

前記誘電性材料は、前記直列接続のコンデンサの容量よりも小さい電極間容量を与えることを特徴とする請求項 1 に記載の電力分割電極。

13. 前記第 1 の電極または前記第 2 の電極に接続された電圧分割回路をさらに具備することを特徴とする請求項 1 に記載の電力分割電極。

14. 前記第 1 の電極は第 1 の能動的電力ドライバにより駆動され、前記第 2 の電極は第 2 の能動的電力ドライバにより駆動され、前記第 1 と第 2 の能動的電力ドライバは互いに独立して動作することを特徴とする請求項 1 に記載の電力分割電極。

15. プラズマ処理システムであって、

このプラズマ処理システムのプラズマ反応室内で基板をクランプする基板支持部であって、前記基板に隣接する、この基板支持部のゾーン部分に関連付けられた複数の電極を有する基板支持部と、

均一な処理が前記基板の全体表面に互ってもたらされるように、記基板支持部の前記ゾーン部分に前記複数の電極を介して供給される電力を制御する電力コントローラとを具備するプラズマ処理システム。

16. 前記電力コントローラは、前記基板チャックの前記ゾーン部分に電力を分散させるために、前記複数の電極に接続されたコンデンサ・ネットワークを有することを特徴とする請求項 15 に記載のプラズマ処理システム。

17. 前記複数の電極の隣り合う電極はギャップを介して離間し、

そのギャップの各々は前記コンデンサ・ネットワークの電極間コンデンサを形成するように誘電性材料で埋められ、

前記複数の電極は、前記反応室内の処理ガスの流量を補償して前記基板の均一な処理をもたらすようなパターンに設けられたことを特徴とする請求項16に記載のプラズマ処理システム。

18. プラズマ処理システム内で基板を処理する方法であって、

(a) プラズマ反応室内の基板支持部に基板をクランプする工程と、

(b) 前記基板のゾーン部分に関連付けられた複数の電極を有する電力分割電極で、前記プラズマ反応室内にプラズマを生成する工程と、

(c) 前記電極に供給される電力の分散を、処理対象の基板の表面に互って均一な処理がもたらされるように、制御する工程とを具備する基板処理方法。

19. 前記工程(c)では、前記複数の電極に接続されたコンデンサ・ネットワークにより、前記電力を前記基板の前記ゾーン部分に分散することを特徴とする請求項18に記載の基板処理方法。

20. 前記複数の電極の隣り合う電極はギャップを介して離間し、

そのギャップの各々は前記コンデンサ・ネットワークの電極間コンデンサを形成するように誘電性材料で埋められ、

前記複数の電極は、前記反応室内の処理ガスの流量を補償して前記基板の均一な処理をもたらすようなパターンに設けられたことを特徴とする請求項18に記載の基板処理方法。

【 発 明 の 詳 細 な 説 明 】

発 明 の 名 称

電 力 分 割 さ れ た 電 極

技 術 分 野

本発明は、プラズマ反応室内で、プラズマ及び／又は局所プラズマの密度制御を発生する電極に関する。本電極は、上側電極に組み込むこともでき、そして／または、プラズマガス雰囲気中における処理の過程において、半導体ウエーファやフラットパネルディスプレイ等の基板を保持するためのチャッキング装置等の基板支持部にも組み込み可能である。

発 明 の 背 景

プラズマガス雰囲気中において半導体ウエーファを処理する装置は、典型的には、プラズマガスからの高周波(RF)電力をウエーファに結びつけて(couple)ウエーファの表面処理(例えば、エッチング、蒸着、その他)を行う。例えば、米国特許4,617,079号は平行プレート構造を開示するもので、ここでは、ウエーファが下側電極に支持され、低周波ジェネレータからのRF電力が低周波ネットワークを通過し、一方、高周波ジェネレータからのRF電力が高周波整合／結合(RF matching and combining)ネットワークにおいて前記低周波RF電力と結合させられ、その結合信号は上側電極と下側電極間に印加される。この構造では、その高周波整合／結合回路は、その高周波源の周波数に同調した高周波トラップ(コンデンサとインダクタの並列結合)を具備することができ、この高周波源により発生した信号が上記低周波源にフィードバックされるのを防止し、その一方で上記低周波源により発生される信号が減衰せずにそれを通過せしめることができる。

米国特許第4,948,458号は平行プレート構造を開示し、その特許では、上側電極はプラズマ反応室外に置かれた伝導性コイルの形状をしており、

コイル内にRF電流を誘起することにより、磁場が該コイルの面に平行な平面領域内に生成される。このコイルは、主コイルと副ループとを有する整合回路に電力を供給するRFジェネレータにより駆動される。その副ループに直列接続の可

変コンデンサが、この R F ジェネレータの周波数出力との回路同調周波数を調整し、インピーダンス整合がその平面状コイルへの電力伝達効率を極大化する。前記主回路にコンデンサを付加すると、この回路中の上記コイルの誘導リアクタンスの一部をキャンセルする。

半導体ウエーファをプラズマガス雰囲気中で処理するときに、ウエーファの全表面を均一に処理することが好ましい。例えば、米国特許第 4, 615, 755 号は、弧状(bowed)電極に支持されたウエーファをヘリウム・バック冷却法によって、ウエーファ温度が均一にされる。蒸着の均一性を得る目的でウエーファを冷却ヘリウムでもって曲げて下側電極から離間させることにより、ウエーファの冷却性能は犠牲にされる。しかしながら、ウエーファの厚さの変動はウエーファの曲げに標準以下の制御をもたらし、結果的に蒸着の均一さを低下させる。

静電気を利用したウエーファのクランプシステム (E S C) を使うプラズマ蒸着処理では、ウエーファを曲げて電極表面から離すことはできないので蒸着率を制御することはできない。従って、プラズマ処理における表面処理の均一さを制御するべく、E S C ・ウエーファ・クランプシステムに適用可能であるためには、他の技術が必要である。

発明の概要

本発明は、プラズマ反応室内で基板の均一な処理を行う電力分割された電極を提供するものである。本電力分割電極は、第 1 と第 2 の電極と、コンデンサ・ネットワークとを有する。この電力分割電極は、プラズマ反応室に接続可能で、第 1 の電極がプラズマ反応室の第 1 のゾーン部分を横断して分布配置され、前記第 2 の電極はプラズマ反応室の第 2 のゾーン部分を横断して分布配置される。

このコンデンサ・ネットワークは、前記第 1 と第 2 のゾーン部分における高周波電力の分布を制御して、このプラズマ反応室内に支持された基板に結合されたプラズマがその基板に互って均一な処理をもたらすようになる。好適な実施形態では、その基板は半導体ウエーファを有し、本電力分割電極はプラズマ反応室内に置かれた静電チャック内に組み込むことができる。

本電力分割電極はいろいろと変形することができる。例えば、第 1 の電極を第

2の電極から誘電性材料で充填されたギャップにより離間させることが可能で、これにより前記コンデンサ・ネットワークの電極間コンデンサを形成させることができる。好適な実施形態では、第1の電極は、第2の電極を囲み、第2の電極から誘電性材料で充填されたギャップにより離間されており、これにより前記コンデンサ・ネットワークの電極間コンデンサを形成する。この場合では、第1と第2のコンデンサは、前記コンデンサ・ネットワークの一部を形成することができ、電源からの高周波電力は、前記第1のコンデンサから、前記第1の電極、第2のコンデンサ、第2の電極、電氣的グラウンドにまで通る。

他の実施形態によれば、第1と第2の電極は、離間し別体である複数の環状電極を構成する同軸電極構造の一部を形成し、この環状電極は前記コンデンサ・ネットワークを形成する可変コンデンサを介して高周波電力源に接続され、前記高周波電力源からの高周波電力は、前記可変コンデンサの各々を通して前記電極の夫々の1つに送られる。この場合、前記環状電極の夫々の1つに相対する前記基板の環状ゾーン部分内における、前記基板の処理の均一さからの変動を自動的に補償するように、電流検知メカニズの出力である調整信号は、前記可変コンデンサの夫々の1つの容量を調整する。前記コンデンサ・ネットワークは第1コンデンサと第2のコンデンサを有し、この第1のコンデンサは前記第1の電極に、前記第2のコンデンサは前記第2の電極にそれぞれ接続され、前記第1のコンデンサと第2のコンデンサは高周波電力源に並列に接続されている。本電力分割電極はさらに第3の電極を有し、前記第1の電極は前記第2の電極を囲み、前記第2の電極は前記第3の電極を囲み、これら電極の各々は

高周波電力源に電氣的に接続され、前記高周波電力源からの高周波電力は、順に、電力分割器、前記電極の夫々の1つに伝達される。または、前記第1の電極は第2の電極の一部のみを囲むようにしても良い。この第1と第2の電極は、静電気チャック内に組み込まれ、前記チャックが基板を静電氣的にこの上にチャックすることが可能となるような直流バイアス電流源に電氣的に接続されている。この高周波電力を、前記第1と第2の電極に対して同相もしくは非同相で供給するようにしても良い。また、第1と第2の電極に電力とDCバイアスを供給するた

めの受動的ネットワークを用いても良い。

本発明の他の態様によると、本電力分割電極は、数値的に順に形成される正弦波を生成する正弦波発生器と、D C オフセット値を発生するバイアスユニットと、前記数値的に順に形成された正弦波と前記 D C オフセット値とを合わせる加算ユニットと、前記加算ユニットからの信号出力をアナログ加算信号に変換するデジタル／アナログ変換器と、前記アナログ加算信号の所定の低周波成分をフィルタするローパスフィルタと、前記ローパスフィルタによりフィルタされたアナログ加算信号を増幅してこの増幅信号で前記第 1 と第 2 の電極を駆動する電力増幅器とを具備する。この場合、第 1 の電極は第 2 の電極を完全に囲むようにされ、電力が、前記第 1 の電極に、そして、前記第 1 と第 2 の電極間のギャップ内におかれた誘電性材料で形成された電極間容量に、そして、前記第 2 の電極に、そして前記コンデンサ・ネットワークの一部と電氣的グラウンドとを形成する直列接続のコンデンサに、順に供給され、前記誘電性材料は、前記直列接続のコンデンサの容量よりも小さい電極間容量を与えるものである。本電力分割電極は、前記第 1 の電極または前記第 2 の電極に接続された電圧分割回路をさらに具備することができる。前記第 1 の電極は第 1 の能動的電力ドライバにより駆動され、前記第 2 の電極は第 2 の能動的電力ドライバにより駆動され、前記第 1 と第 2 の能動的電力ドライバは互いに独立して動作するようにしてもよい。

本発明は、プラズマ反応室内で基板をクランプする基板支持部であって、前

記基板に隣接する、この基板支持部のゾーン部分に関連付けられた複数の電極を有する基板支持部と、均一な処理が前記基板の全体表面に亙ってもたらされるように、記基板支持部の前記ゾーン部分に前記複数の電極を介して供給される電力を制御する電力コントローラとを具備するプラズマ処理システムを提供するものである。この場合、前記電力コントローラは、前記基板チャックの前記ゾーン部分に電力を分散させるために、前記複数の電極に接続されたコンデンサ・ネットワークを有する。前記複数の電極の隣り合う電極はギャップを介して離間し、そのギャップの各々は前記コンデンサ・ネットワークの電極間コンデンサを形成するように誘電性材料で埋められても良い。また、前記複数の電極は、同軸の環状

リングに分割され、そして、または、前記反応室内の処理ガスの流量を補償して前記基板の均一な処理をもたらすようなパターンに設けられていてもよい。

図面の簡単な説明

本発明は、以下の説明並びに添付の図面からさらに十分に理解されよう。これら説明及び図面は説明のためにのみ提供されるもので、本発明を限定するためのものではない。

第 1 (a) 図は、本発明の一つの実施形態に用いられる二極型の静電ウエーファ・クランプ・システムを示し、

第 1 (b) 図は、第 1 (a) 図の静電ウエーファ・クランプ・システムの電気回路図を示し、

第 2 図は、本発明の一つの実施形態に係り、複数の同軸環状リングに分割された電極を示し、

第 3 図は、本発明の一つの実施形態に係り、前記分割電極に用いられる分割駆動システムの構成を示し、

第 4 図は、本発明の一つの実施形態に関わり、非対称形状の分割電極の構成を示し、

第 5 図は、本発明の一つの実施形態に関わり、前記分割電極のゾーン部分に伝達される電力を制御するための能動メカニズムの構成を示し、

第 6 図は、本発明の一つの実施形態に関わり、RF エネルギーを静電ウエーファ・クランプ・システムの両ポールに同時に結びつけるためのシステムの構成を示し、

第 7 図は、本発明の一つの実施形態に関わり、チャック面に供給される RF 電力をバランスさせ調整する電圧分割器とコンデンサ・ネットワークとの構成を示す。

発明の詳細な説明

本発明は、プラズマ反応室の電力分割された電極を提供するもので、この電極は、所望の基板の処理条件を得ることができるようプラズマ密度を局所的に強化若しくは低下させることができるものである。半導体ウエーファの場合には、

ウェーファの中央からエッジまで処理面において均一な処理を実現することが望ましい。本発明によると、R F 電力をバランスさせるようなコンデンサ・ネットワークを用いることにより、プラズマ密度の局所的な制御を達成することにより、ウェーファの露出面に近接したゾーン部分内において、ウェーファに結合されるプラズマが、ウェーファ上に層を蒸着させ、或いは積み上げる過程で、均一なウェーファ処理を達成するものである。

本発明の電力分割電極は、処理対象の半導体ウェーファのような基板を保持する機械的もしくは静電的なチャック構造に組み込み可能である。この静電的チャック構造は二極型チャックもしくは他の形式の電極構造を有することができる。しかしながら、本電力分割電極は、プラズマ反応室の平行電極構造の上側電極に組み込むこともできる。

ウェーファを処理する場合には、処理対象のウェーファの露出面の上に均一なプラズマ密度を現出させることが好ましい。しかしながら、ウェーファ面上で実行すべき処理に応じて、ウェーファ面の上空で非均一なプラズマ密度を

生させることができる。例えば、プラズマ密度を、ウェーファの中央において周辺においてよりも高く、或いはその逆に、することができる。本発明の電力分割電極は、局所的な密度制御を達成することができるので、既知の電極構造に比して、均一さにおいて実質的な改良を達成することができる。

本発明を以下に図面を参照して説明する。1つの実施形態では、本電力分割電極は、第1(a)図に示すように、二極型チャックに組み込まれる。別の実施形態では、本電力分割電極は、第2図に示すように、3つもしくはそれ以上の電極を有する。更に他の実施形態では、第1(a)図に示すように、本電力分割電極の電極は直列に配列され、単一のR F 電源によりR F 電力が供給される。別の実施形態では、第5図に示すように、本電力分割電極の電極が並列に配列され、単一のR F 電源によりR F 電源が供給される。後者の場合には、R F 電源が、第5図に示すように個々の可変コンデンサを通して、或いは、第2図に示すように電力分割器を通して、供給される。さらに、電極は、第5図に示されるように、電流センサそして／または可変コンデンサに接続することができる。

第 1 (a) 図の構造では、半導体ウエーファの形態の基板 S が、プラズマ反応器のプラズマ反応室内におかれたウエーファ・チャック・システムという形態の基板支持部 2 の上に支持されている。このチャック・システムは、ウエーファへのプラズマの結合量を局所的に変更するのに用いる電極 4 を有する。この電極 4 は第 2 の電極 8 を囲む第 1 の電極 6 を有し、この第 1 の電極 6 は基板支持部 2 の第 1 のゾーン部分 10 内に置かれ、第 2 の電極 8 は前記基板支持部 2 の第 2 のゾーン部分 12 内に位置する。本チャック・システムは、前記第 1 ゾーン部分と第 2 のゾーン部分とに平衡した（バランスのとれた）電力を供給するための R F 電力源 16 を有する。図示の実施形態では、R F 電力源 16 からの電力は、第 1 の電極 6 から、ギャップ 18 を介して第 2 の電極 8 に伝達され、それから、グラウンド 20 に至る。ギャップ 18 は、好ましくは誘電性材料で充填されており、その大きさは、第 1 の電極 6 と第 2 の電極 8 間で R F 電

力をバランスさせるのに効果のあるような電極間容量を生じさせ、その結果、第 1 のゾーン部分 10 と第 2 のゾーン部分 12 でウエーファに結合されるプラズマがウエーファの中央からエッジまで均一な処理をもたらすものであるように、決定される。

本実施形態では、ウエーファを簡単なドーナツ／ベース構造内に保持するような、二極型タイプの E S C ウエーファ・クランプ・システムを図示するもので、そこでは、電極は 2 つのゾーン部分に分割されている。この E S C 構造では、ウエーファを下側電極から離して曲げることはできず、ヘリウムはウエーファの裏側を冷却することができるに過ぎない。第 1 (b) 図は、この E S C ウエーファ・クランプ・システムの回路図を示す。ソース容量 C_s が入力に接続され、第 1 の電極 6 に供給される電力を平滑化する。 C_b は第 2 の電極 8 とグラウンド間の固有容量を表す。ギャップ 18 の容量 (C_g で表す) とベース容量 C_b の比が第 1 の電極 6 と第 2 の電極 8 に供給される電圧を決定する。プラズマ処理は、圧力、流量、電力、温度、ギャップの大きさ、ガス、バッフルの設計、材料、R F 周波数、処理範囲の関数であるので、この回路図における容量を、個々のゾーン部分において、既知の R F の位相に対する要求と整合に対する要求とに基づいた電

圧要件に合致するように選ぶことができる。こうすることにより、その容量の値を所望のフィールドに合わせて、プラズマ処理の均一さを達成することができる。

第 2 図は本発明の他の実施形態を示し、電極が複数の同軸環状のリングに分割されている。第 2 図では、電極 4 は第 1 の環状リング 4 a , 第 2 の環状リング b , 第 3 の環状リング 4 c に分割され、これらリングは、ウエーファの中心からエッジまで表面均一さを制御するところの独立した R F バイアス電力ゾーン部分を発生させる。この実施形態では電極 4 は 3 つのゾーン部分に分割されているが、所望の表面均一さを得るためには、リングを複数のゾーン部分に分割して任意の数の同軸環状リングを用いても良い。個々のゾーン部分に供給されるエネルギーを制御するために、第 2 図に示すように、電源 1 6 を電源分割器

2 6 に接続しても良い。また、第 2 図において、ウエーファを静電的にクランプするための D C バイアス源 2 8 が、本電極の同軸環状リングに接続されている。さらに、この環状のゾーン分割電極は、ウエーファの表面に供給される電力を制御することにより、プラズマ処理が中心からエッジまで対称的となるようにする。この第 1 の電極 6 の各々の同軸環状リングに印加されるべき R F 電力と D C バイアスは、R F ジェネレータと高電圧電源と共動する受動的なネットワークにより従来のような手法で実現することができる。

本発明の他の実施形態では、分割された本電極を、第 3 図のような、D C オフセット値に結合させたところの、数値的に順に配列させた正弦波で駆動しても良い。第 3 図の実施形態では、この順配列の正弦波は R O M 5 0 に格納され、D C オフセット値は電源 5 2 により発生される。この R O M 5 0 と電圧発生器 5 2 の出力とは、加算回路 5 4 により合わされ、アナログ信号を出力するデジタルーアナログ変換器 5 6 に入力される。このデジタルーアナログ変換器 5 6 からのアナログ信号出力はローパスフィルタ 5 8 により低域濾波され、この濾波された信号出力はパワーアンプ 6 0 により増幅されて、前記分割された電極 4 a , 4 b , 4 c に印加される。

この電極は、所望の処理の均一さに対する要求に応じて、他のパターンに分割

しても良い。第 4 図は、非対称な分割電極が用いられた他の実施形態を示す。第 4 図の実施形態では電極は 4 つのゾーン部分に分割されているが、この電極を、室の形状、ガスの伝達等の、このプラズマ処理システムの非対称的ポンピング性を補償するようなパターンに設計してもよい。

第 5 図は、電極の異なるゾーン部分に伝達される電力を制御するのに能動的なメカニズムを用いた他の実施形態を示す。第 5 図では、分割された電極に接続された複数の電力センサ 24 と複数の可変コンデンサ 22 とが示されている。この電流センサ 24 は可変コンデンサ 22 に対する能動的コントロールを提供する。この能動的メカニズムを用いれば、電流センサ 24 を介した可変コンデンサ 22 へのフィードバックループにより、電極ゾーン部分に送られる電力の

割合を制御することができる。

第 6 図は他の実施形態を示し、ここでは、2 つの可変コンデンサ C_1 , C_2 が RF エネルギーを ESC ウェーファ・クランプ・システムの両ポールに同時に結合するために用いられる。この実施形態では、チャック部におけるいかなる位相シフトや荷電のアンバランスを防止することができる。

第 7 図はさらに他の実施形態を示し、ここでは、電圧分割回路とコンデンサ・ネットワークが、チャック面に印加される RF 電圧をバランスさせ調整する。この実施形態では、ベース容量に対して並列の容量 C_p を変更して電圧分割器を形成する。この容量値は、均一性テストをパターン化された酸化ウェーファとパターン化されていない酸化ウェーファに対して行い、その結果の検証のために、数値データと直径スキャンとの比較に基づいて、選択される。ウェーファ処理の（中心からエッジまでの）均一性が 5 % であるような従来技術と比較すると、本発明の電力分割電極によれば、ウェーファ処理の均一さで 1.5 % 未満を達成するようなかなりの改良をもたらすことができる。

上述の事項は、本発明の原理、好適な実施形態、動作モードを説明した。しかしながら、本発明はこのような実施形態に限定して解釈すべきではない。即ち、上述の実施形態は限定的ではなく例示的であると考えべきである。従って、次に記述する請求の範囲に定義された本発明の範囲から逸脱することなく当業者で

あればなす事が可能であるような変形例も可能であることを考慮すべきである。

【 図 1 (a) 】

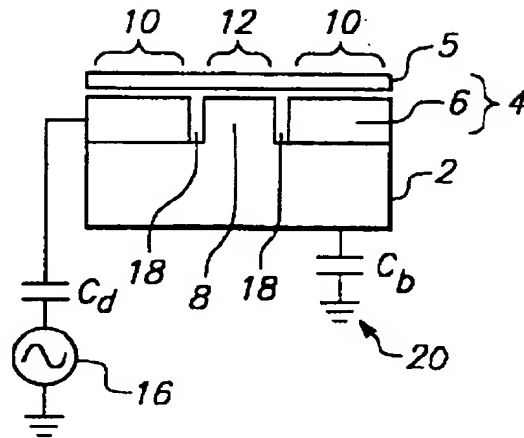


FIG. 1(a)

【 図 1 】

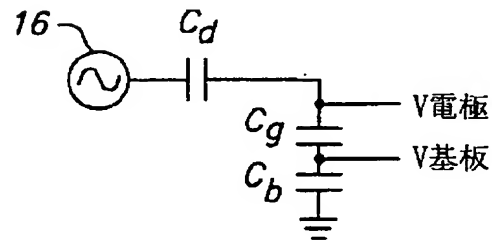


FIG. 1(b)

【 図 2 】

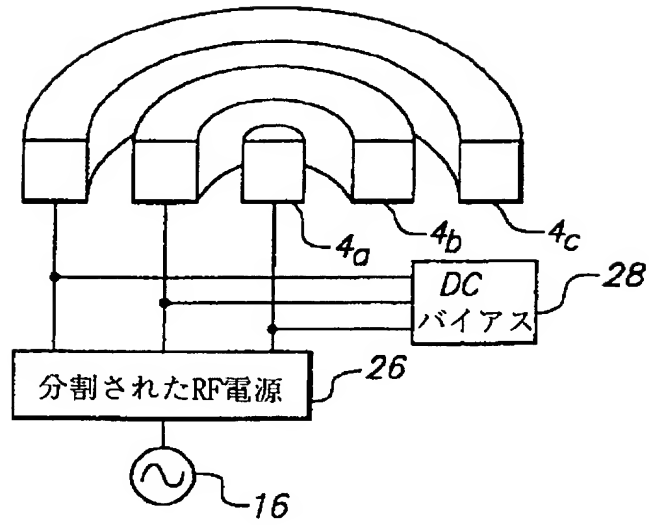


FIG. 2

【 図 3 】

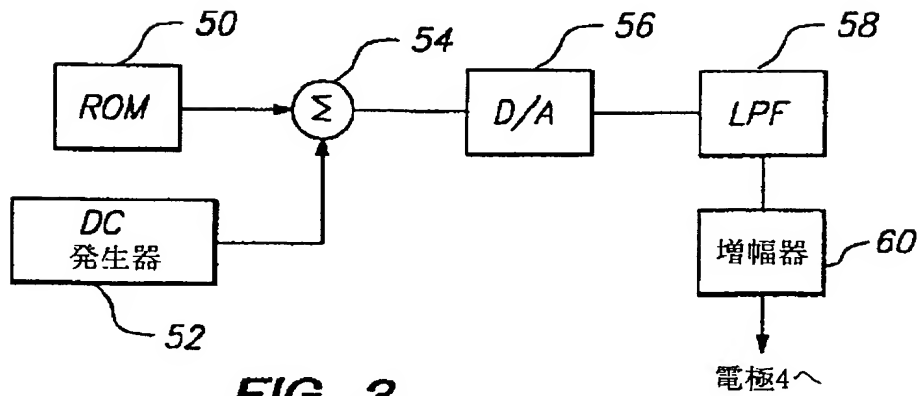


FIG. 3

【 図 4 】

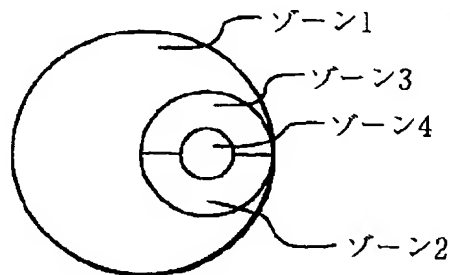
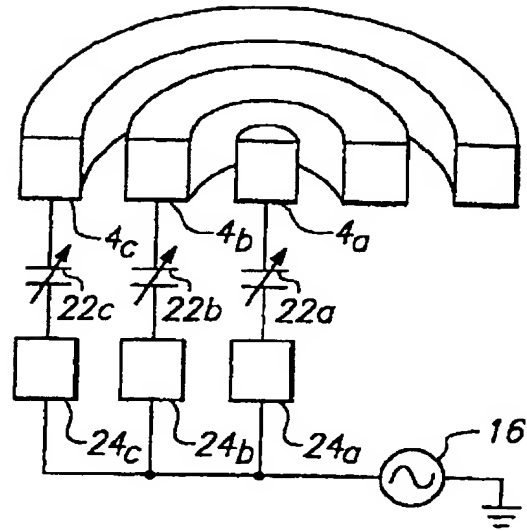
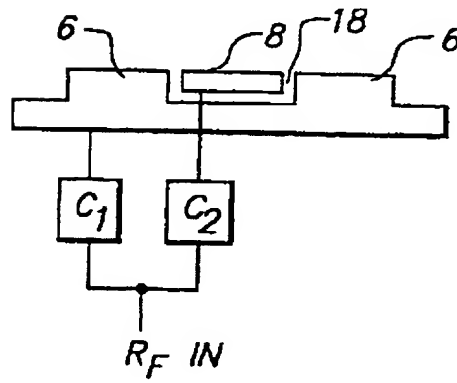


FIG. 4

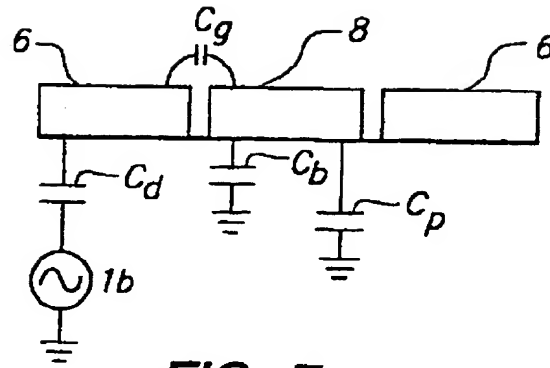
【 图 5 】

**FIG. 5**

【 图 6 】

**FIG. 6**

【 图 7 】

**FIG. 7**

【 国 際 調 査 報 告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/US 96/10805

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H01J37/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP.A.0 280 074 (IBM) 31 August 1988 see column 4, line 18 - column 5, line 15; figures ---	1,3,5,8, 10,18,20
X	IBM TECHNICAL DISCLOSURE BULLETIN, vol. 28, no. 1, June 1985, NEW YORK, US, pages 259-260, XP002014972 ANONYMOUS: "Electrode Arrangement for Plasma Etching" see the whole document ---	1,18
P,X	DE.C.44 43 608 (SIEMENS AG) 21 March 1996 see page 4, line 51 - page 5, line 25; figure 4 --- -/-	1,3,5-8, 18-20

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 October 1996

Date of mailing of the international search report

14.10.96

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schaub, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/US 96/10805

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP,A,0 578 011 (TEXAS INSTRUMENTS INC) 12 January 1994 see page 8, line 50 - page 9, line 1; figure 9 -----	1,18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No.

PCT/US 96/10805

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A-0280074	31-08-88	DE-D- 3854792	01-02-96
		JP-A- 63248130	14-10-88
		US-A- 4885074	05-12-89
DE-C-4443608	21-03-96	WO-A- 9618207	13-06-96
EP-A-0578011	12-01-94	US-A- 5286297	15-02-94
		JP-A- 6084812	25-03-94
		US-A- 5464499	07-11-95

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(KE, LS, MW, SD, SZ, UG), UA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN

(72)発明者 ランムソン, アルバート, エム.

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

95035 ミルピタス, エフ 101, ミルモン
ト ドライブ 1775

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.